

## RECOMMANDATION UIT-R SM.1132\*

**PRINCIPES GÉNÉRAUX ET MÉTHODES D'UTILISATION EN PARTAGE DE BANDES DE FRÉQUENCES ENTRE DES SERVICES DE RADIOCOMMUNICATION**

(Question UIT-R 203/1)

(1995)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que l'utilisation efficace et rationnelle du spectre des fréquences radioélectriques exige que différents services utilisent en partage des bandes de fréquences;
- b) qu'il faut disposer de principes généraux pour envisager de grouper des services à l'intérieur des bandes utilisées en partage;
- c) que des modalités techniques doivent être déterminées pour faciliter le partage,

*recommande*

- 1** aux administrations, lorsqu'elles déterminent la possibilité de partager des bandes données entre des services, de prendre en considération les principes généraux et les méthodes exposés dans l'Annexe 1.

## ANNEXE 1

**Principes et méthodes généraux applicables à l'utilisation en partage du spectre****1 Dimensions du partage d'attributions**

Il y a partage entre services lorsque deux services de communication, ou plus, utilisent effectivement la même bande de fréquences. L'Article 1 du Règlement des radiocommunications (numéros 160 à 168) définit les paramètres qui doivent être pris en compte lors du partage de fréquences. L'utilisation du spectre des fréquences radioélectriques dépend de l'espacement des fréquences, des séparations temporelle et spatiale et de la séparation des signaux orthogonaux. Tout partage de fréquences devra tenir compte d'une ou de plusieurs de ces quatre dimensions. Le partage peut s'opérer simplement lorsque deux de ces dimensions sont communes et que la troisième et/ou la quatrième dimension diffèrent d'une ampleur suffisante pour que tous les services en question (deux ou plus de deux) puissent fonctionner de façon satisfaisante. Lorsque des services ont en commun les quatre dimensions, le partage peut là aussi s'effectuer moyennant l'application de conditions techniques ne compromettant pas la nécessaire qualité de fonctionnement des services en question.

**2 Fondement technique de l'utilisation en partage d'attributions**

Le Tableau 1 présente certaines des méthodes que l'on peut utiliser pour faciliter le partage et qui sont groupées en colonnes suivant les quatre dimensions: espacement des fréquences, séparations temporelle et spatiale et séparation des signaux.

---

\* Cette Recommandation doit être portée à l'attention des Commissions d'études 1 et 2 du développement des télécommunications (UIT-D).

TABLEAU 1

**Modalités techniques visant à faciliter le partage**

| Espacement des fréquences                                     | Séparation spatiale                                                      | Séparation temporelle                                          | Séparation des signaux orthogonaux                       |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Plans de disposition des voies                                | Choix des sites                                                          | Gestion du facteur d'utilisation                               | Systèmes à accès multiple par répartition en code (AMRC) |
| Assignation dynamique des fréquences en temps réel            | Discrimination du diagramme de rayonnement                               | Assignation dynamique des fréquences en temps réel             | Polarisation d'antenne                                   |
| Systèmes à accès multiple par répartition en fréquence (AMRF) | Obstacles physiques                                                      | Systèmes à accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) |                                                          |
| Codage:                                                       | Puissance de brouillage:                                                 | Codage:                                                        |                                                          |
| – correction d'erreur                                         | – contrôle dynamique de puissance                                        | – correction d'erreur                                          |                                                          |
| – compression                                                 | – limitation de la puissance surfacique                                  | – compression                                                  |                                                          |
| Gestion des caractéristiques du spectre des émissions         | – limitation de la densité spectrale de puissance (dispersion d'énergie) |                                                                |                                                          |
| Segmentation variable dynamique                               |                                                                          |                                                                |                                                          |
| Limitation des tolérances des fréquences                      |                                                                          |                                                                |                                                          |

Dans ce Tableau 1, certaines des méthodes, nouvelles ou novatrices, peuvent favoriser une utilisation plus efficace du spectre ou offrir une plus grande souplesse. Un grand nombre d'entre elles sont nées de l'utilisation de techniques nouvelles dans les équipements, de l'informatisation de l'analyse et de la formulation d'idées nouvelles. Certaines sont complexes et font intervenir la gestion des fréquences informatisée en temps réel.

Pour appliquer les méthodes de partage indiquées au Tableau 1, il est souvent nécessaire de préciser des paramètres techniques particuliers applicables aux équipements.

### 3 Formules de partage

#### 3.1 Partage entre systèmes numériques

La tendance actuellement est de passer à des systèmes de communication numériques qui, employant souvent des algorithmes de détection et de correction d'erreur sans voie de retour, peuvent offrir une meilleure qualité de fonctionnement en présence de sources de brouillage, ce qui peut accroître les possibilités de partage. En outre, les structures des signaux numériques utilisées par les différents services fonctionnant en partage sont dans bien des cas similaires, voire identiques.

#### 3.2 Partage par recouvrement fréquentiel et temporel (étalement du spectre, radiocommunications par paquets, agilité de fréquence)

Une nouvelle méthode de partage employée depuis peu se fonde sur le principe du recouvrement, c'est-à-dire de l'exploitation superposée des équipements utilisés d'un nouveau service de telle sorte que tous les services bénéficiant d'une attribution à titre primaire puissent coexister. Parmi plusieurs techniques nouvelles susceptibles d'être pourvues des caractéristiques nécessaires au partage par recouvrement, on mentionnera la modulation à étalement du spectre (AMRC), les communications intermittentes par paquets et la mesure en temps réel du taux d'occupation du spectre pour trouver des voies inutilisées.

Les systèmes avec étalement du spectre sont, grosso modo, des systèmes dans lesquels l'énergie moyenne du signal émis est étalée sur une largeur de bande nettement supérieure à la largeur de bande utile; ils associent normalement leur grande largeur de bande d'émission à une puissance spectrale moyenne relativement faible et à une insensibilité accrue par rapport aux signaux brouilleurs émis dans la même bande de fréquences. Ils se prêtent donc au partage du spectre avec des systèmes en bande étroite classiques étant donné la puissance relativement faible du signal qu'ils émettent dans la bande passante du récepteur à bande étroite. En outre, ces systèmes avec étalement du spectre sont par nature insensibles au brouillage en bande étroite.

Le partage entre systèmes avec étalement du spectre est toutefois rendu difficile par le problème de «distances relatives» qui se pose lorsqu'un autre système, brouilleur celui-là, est géographiquement à proximité et que le signal utile est émis par une source se trouvant spatialement à une certaine distance, les équipements des différents services étant alors brouillés.

Un certain nombre de technologies nouvelles, comme les systèmes de transmission de données mobiles et les satellites en orbite basse (LEO) peuvent transmettre leurs informations sous forme de communications par paquets à coefficient d'utilisation faible. Ces types de communication semblent pouvoir se prêter au partage par recouvrement, mais il faut déterminer par des études la probabilité de brouillage et définir des critères applicables à la protection de leur qualité de fonctionnement.

Les systèmes avec étalement du spectre et les systèmes de radiocommunication par paquets étant des systèmes de communication à accès multiple, le partage peut surtout être réalisé lorsque le nombre d'équipements actifs superposés est peu élevé; en effet, les possibilités de partage dépendent du nombre d'utilisateurs actifs d'une bande de fréquences particulière, chaque recouvrement accroissant légèrement le niveau de bruit et donc la probabilité de brouillage. L'important est de pouvoir gérer l'utilisation d'un bloc de fréquences par des systèmes avec étalement du spectre ou de transmission intermittente par paquets; lorsqu'un partage par recouvrement est réalisé entre des services, il peut être nécessaire de contrôler le nombre d'utilisateurs se superposant pour faire en sorte que le niveau de brouillage soit inférieur à un niveau prédéterminé. Cette procédure n'est pas différente de celles qui sont utilisées actuellement pour limiter, par des méthodes d'assignation, le nombre d'utilisateurs et leur largeur de bande.

Des systèmes nouveaux, comme les systèmes de radiocommunication intelligents à agilité de fréquence, peuvent également fonctionner par superposition et pourraient faciliter le partage des fréquences. Suffisamment intelligents pour déterminer en temps réel si telle ou telle fréquence est occupée, ils pourraient en effet employer les fréquences inutilisées dans le bloc de fréquences attribuées pour une utilisation en partage.

### **3.3 Partage entre systèmes multifonction**

Il existe de nombreux domaines dans lesquels on peut prévoir l'apparition de systèmes multifonction; comme ces systèmes peuvent utiliser et, utilisent de fait des formes d'onde totalement intégrées, il est difficile de déterminer clairement les différentes structures des signaux. Le partage entre ces systèmes multifonction devrait se fonder sur une analyse de compatibilité électromagnétique (EMC).

### **3.4 Attributions géographiques utilisées en partage**

Une autre méthode de partage possible consiste à attribuer un bloc de fréquences à deux services, ou plus, puis à procéder au partage au sein des administrations en séparant géographiquement les utilisateurs des différents services attribués. Elle utilise le partage par espacement dans la coordonnée spatiale du spectre. Un exemple est le partage entre la télédiffusion et le service de Terre mobile où l'espacement géographique a facilité l'opération.

Les tableaux d'attribution sont assortis d'un certain nombre de renvois de pays définissant l'exploitation d'un service différent par une administration particulière. Ces renvois permettent en effet d'utiliser un service bénéficiant d'une attribution différente de celle faite à l'échelle mondiale ou régionale. Ils déterminent ainsi de facto des modalités de partage entre les utilisateurs qui se réfèrent aux tableaux d'attribution et les administrations exploitant les services qui y sont définis. Ce type de partage offre les meilleures chances de réussite pour les services de Terre, quoique les fréquences exploitées par des administrations voisines puissent être brouillées. Il est plus difficile par contre de procéder au partage lorsqu'un des deux services, a fortiori les deux, utilise des communications spatiales ou par satellite. Il convient donc de peser avec soin le pour et le contre des renvois d'attribution.

### **3.5 Partage temporel**

#### **3.5.1 Partage temporel dynamique avec possibilité de préemption**

Une méthode de partage temporel est, tout simplement, le «partage temporel dynamique» qui confère une certaine souplesse à l'utilisation du spectre. Cette méthode assortit en effet l'utilisation du spectre à un droit de préemption; elle est actuellement à l'essai dans une administration qui permet à des services publics d'utiliser une portion du spectre à condition de la libérer en cas d'urgence pour des communications prioritaires officielles, ou non. Dans cette formule, des programmes logiciels sont utilisés pour récupérer, selon les besoins, l'usage des fréquences nécessaires aux communications prioritaires.

#### **3.5.2 Segmentation variable dynamique**

Une autre méthode de partage permettant une utilisation souple du spectre est la segmentation variable dynamique, c'est-à-dire le partage en temps réel d'un bloc de fréquences entre deux services, dont l'un est prioritaire. Dans cette méthode, les voies que comporte un bloc de fréquences sont divisées en deux ensembles, l'un pour le service A et l'autre pour le service B. La segmentation se fait en temps réel par rapport aux demandes effectives, ou perçues, du service A. Cette méthode suppose l'existence d'un centre de gestion de réseau réagissant immédiatement aux demandes du service A pour lui fournir les voies dont celui-ci a besoin et qu'il puisera dans une «réserve» prévue à cet effet. Cette méthode de partage a fait l'objet d'une simulation Monte Carlo, mais n'a pas encore été validée en exploitation.

---